

Præcisionens pris. Hulbånd sendt med togkurér fra Tølløse til København. Brorfelde Observatorium bidrog i 50 år til at ændre vores billede af stjernerne.

Himmelrummets landmålere

Af **THORE BJØRNVIG**
og **KARIN TYBJERG**
Kroppedal Museum

Der var ikke for fem flade ører videnskabelighed i det, det var ligesom landmålararbejde! udbryder forhenværende astronom og datalog Peter Naur, når han tænker tilbage. Historien, der her skal fortælles, handler om dansk astrometri – opmålingen af stjernerne – i en vigtig overgangsperiode, præget af rivende teknologisk udvikling og automatisering af instrumenter. Rammen for historien er det nu lukkede Brorfelde Observatorium nær Tølløse på Sjælland.

Engang var det astronomiens vigtigste opgave at måle himmellegemernes position, størrelse og bevægelse. Det var afgørende for de søførende nationer at have præcise målinger af stjernernes positioner, og det var centralt for spørgsmålet om Universets opbygning. Målinger krævede nøjagtighed. Tycho Brahe brugte for eksempel over én procent af Danmarks bruttonationalprodukt på at skabe instrumenter af hidtil uset præcision, og i 1800-tallet blev der bygget nationale observatorier over hele verden til formålet. I det 20. århundrede ændrede billedet sig radikalt, da man ved at analysere stjernernes lys fik information om deres fysiske egenskaber. Astrofysikken overtog pladsen som hoveddisciplin, og astrometrien, positionsmåling af himmellegemer, blev et mindre speciale. Men uanset at astrometrien i dag måske kan fremstå som en lidet spektakulær disciplin, er den stadig af uomgængelig betydning, også for astrofysikken.

BRORFELDE var et helt lille samfund og omfattede værksteder, et hovedhus med kontorer, små værelser til overnattende, og en bolig til professoren, samt fem beboelseshuse, hvoraf det sidste stod færdigt i 1964. Bygningerne, der var tegnet af kongelig bygningsinspektør Kaj Gottlob, føjede sig smukt ind i landskabet på bakken over Brorfelde og på toppen stod observationskupperne.

I forhold til astrometrien spilles den egentlige hovedrolle imidlertid af den såkaldte meridiankreds – en kikkert, som var specialiseret til at lave positionsmålinger. For at minimere usikkerhed fra bevægelige dele kunne kikkerten kun bevæge sig op og ned i nord/syd-retningen, det vil sige langs meridianen. Stjernernes indbyrdes positioner blev kortlagt ved at måle deres højde på himlen og det nøjagtige tidspunkt, hvor stjernen passerede kikkerten på sin natlige rotation. Meridiankredsen blev opfundet allerede i begyndelsen af 1700-tallet af Ole Rømer, men denne historie handler om dens svanesang, da Brorfeldes meridiankreds var én af de sidste af sin slags.

Ideen om at bygge et observatorium langt væk fra byens lys og trafik var gammel, men blev først realiseret af den internationalt berømte danske astronom Bengt Strömgren. Meridiankredsen var en del af Bengt Strömgrens store plan for dansk astronomi. Som Henning Jørgensen, der i en årrække var leder af Astronomisk Observatorium, forklarer: »Ideen var at få dyb indsigt i stjernernes fysiske egenskaber, farve, temperatur og udviklingsstadium og bestemme stjernernes bevægelser i vort Mælkevejsystem.«

Meridiankredskikkerten var også et nationalt projekt. Til Ole Rømers 300-årsdag i 1944 lavede Carlsbergfonden en særlig donation til en

ny meridiankreds, således at den historiske linje tilbage stod klart optrukket. Der manglede dog stadig penge. Sidst i 1940'erne og i begyndelsen af 1950'erne var der oprørsstemning i universitetsverdenen grundet de dårlige økonomiske vilkår for forskningen og de ansatte. Strömgren fik nok og rejste til USA i 1950, hvor han blev leder af Amerikas to største observatorier. I februar 1951 demonstrerede over 10.000 studerende og universitetsansatte på Rådhuspladsen mod forholdene på universiteterne – herunder en mindre del for observatoriet – og endelig i 1952 besluttede Finansudvalget at bevilge to millioner kroner til færdiggørelsen af Brorfelde Observatorium.

Da observatoriet endelig blev indviet i 1953, var meridiankredsen ved at være en anakronisme. Hele astrometrien stod over for en gennemgribende revision, og Brorfelde var førende i den udvikling.

FORHOLDENE var ikke ideelle for den nyuddannede Peter Naur, da han i 1955 flyttede ind i en af tjenesteboligerne på Brorfelde. Det var Naurs opgave at udvikle instrumenter til meridiankredsen og observere – men han nåede dårlig nok at foretage en ærlig observation. Erindringerne om den første tid på Brorfelde kan stadig animere Naur, der udbryder: »Jeg observerede aldrig! Men, forstår du – det blev jo også et problem. Det lå i luften, at jeg burde observere. Det blev en totalt umulig situation. Her var et instrument, som ikke var færdigt. Og så var der et kæmpe behov for at udvikle disse instrumenter. Og så var der for det tredje dette forfærdelige krav om, at nu måtte man jo også kvittere til giveren, til Carlsbergfondet, at nu var det i gang.«

Hverken observationsarbejdet eller instrumentudviklingen havde Naurs store interesse: »Der var jo ingenting i det! Det eneste, der var, var instrumentudvikling og derefter var det fabriksarbejde, havde jeg nær sagt. Så var det



I 1951 deltog disse astronomer i demonstrationen for bedre vilkår på universitetet – og for »nyt observatorium«.

jo bare at stå og måle nat efter nat i kulden og få nye positioner, og positioner havde man jo i titusindvis i forvejen, så det var jo fandeme ikke noget spændende projekt!« Naur brændte derimod for beregningsarbejdet. Allerede fra sine helt unge år på observatoriet var han blevet optrænet i brugen af de mekaniske regnemaskiner: »Jeg havde den fordel, at jeg havde arbejdet med håndmaskinerne, simpelthen i hundredvis af timer. Så jeg var fuldstændig hjemme i, hvordan man må lægge beregninger til rette, hvad for nogle tal man skal kombinere og i hvilken rækkefølge.«

Med erfaring fra en af de tidligste computere i verden – EDSAC i Cambridge

– benyttede Naur computeren i astronomiens tjeneste, men forlod tidligt Brorfelde til fordel for en ansættelse på Regnecentralen, hvor han arbejdede med udviklingen af et af verdens første computerprogrammeringssprog, ALGOL. Naur blev senere professor i datalogi ved Københavns Universitet og fik i 2005 overrakt den prestigefyldte Turing-pris – datalogiens Nobelpris.

I 1959 overtog astronomen Svend Laustsen ledelsen af meridiankredsafdelingen på Brorfelde: »Da jeg kom ud på Brorfelde, var der en første udgave af et fotografisk mikrometer, som ikke var afprøvet på kikkerten. Det viste sig, at der var ting, der ikke fungerede, hvilket jo ikke er overraskende, når man laver noget efter et helt nyt princip.« For at lave en præcis måling blev stjernen fotograferet, når den passerede kikkertens sigte, og samtidig blev kikkertens måleskala fotograferet seks steder. Alt dette skulle koordineres, så det foregik automatisk. »Det var meget møjsommeligt. Det var simpelthen meget møjsommeligt,« fortæller Laustsen.

SENERE blev fotografierne erstattet af elektroniske målinger, og efter års arbejde kørte kredsen og producerede store mængder af observationer. Men der blev stadig arbejdet med at optimere præcisionen. Hver en unøjagtighed på skalaens cirka 4000 målestreger skulle kendes. En af de tidligste danske computere GIER blev installeret på Observatoriet på Østervold. Med den nye instrumentering og computeren på plads kastede Brorfelde sig ud i at lave en kontrolmåling af kikkertens skala på én dag, hvilket absolut ikke var almindeligt. »Der var i titusindvis – i hundredtusindvis! – af måletal, som skulle reduceres med nogle komplicerede programmer,« fortæller Laustsen. Da der ikke var nogen direkte forbindelse mellem Brorfelde og København, fik astronomerne en aftale med DSB om at sende hulbånd med toget fra Tølløse til København, der gik hver time – for at få målingerne reduceret samme dag.

Spande med hulbåndstrimler blev sendt med kurer til lokomotivføreren på Tølløse Station, der afleverede det til en ny kurer på Københavns Hovedbanegård. Herfra gik turen til observatoriet, hvor beregningen blev kørt på den nye computer. Var der fejl i serierne, blev der ringet til observatorerne, som om nødvendigt kunne gentage observationer. Det var et kolossalt arbejde at udvikle og finjustere meridiankredsen. Men automatiseringen skulle både befri astronomerne fra det rutineprægede observationsarbejde og fjerne de fejl, som skyldtes, at hver astronom ikke har helt samme syn og reaktionstid, når de observerer. Den automatisering, som Naur havde indledt og Laustsen videreførte, fjernede gradvist astronomerne fra det direkte arbejde med instrumentet. En udvikling, der i sidste ende medførte, at meridiankredsen blev fuldautomatisk og endog fjernstyret og producerede mange og gode resultater. Meridiankredsens vigtigste bidrag lå dog næsten i de instrumenter og computerprogrammer som blev udviklet i dens kølvand.

Læs i næste uge om Brorfelde Observatoriums gyldne år, indtil satellitter overtog arbejdet. Artiklen bygger på projektet »Dansk astrometri 1950 til i dag«, der med støtte fra Kulturarvsstyrelsen udføres af Kroppedal Museum.



Luftfoto af Brorfelde Observatorium med observationskupperne i forgrunden og bagved beboelseshuse.



Observator Kjeld Gyldenkerne nyder livet under en af de livlige sommerfester på Brorfelde Observatorium. FOTOS: KARL AUGUSTESEN



Brorfeldefolk i festligt lag. Fra venstre Hans Jørn Fogh Olsen, Birgitte Pedersen, Poul og Bodil Jensen, Birgitta Nordstrøm, Torben og Tove Knudsen.

Nye horisonter. Brorfelde Observatorium nød godt af demokratiseringen i 1960'erne og det frie forskningsmiljø, den affødte. Men det overskyede Danmark har aldrig været godt for stjernekyggere, så kikkerten flyttede sydpå. I dag har satellitter overtaget observatoriernes positionsmåling af stjerner.

Automatik og indianere

Af **THORE BJØRNVIG**
og **KARIN TYBJERG**
Kroppedal Museum

»Forestil dig 30 kolleger, hvoraf de 25 var nogenlunde jævnaldrende. Og så kunne jeg sidde på mit kontor og se ud over det flotteste landskab med både rådyr og fasaner,« fortæller tekniker og observator Karl Augustesen om sin tid på Brorfelde. I 1960'erne steg antallet af ansatte på Brorfelde Observatorium – en filial af Astronomisk Observatorium, som nu er en del af Niels Bohr Institutet – markant som led i universiteternes generelle vækst. Omkring denne generation opstod en levende kultur, hvor udviklingen af ideer på tværs af faggrænser og uddannelsesniveauer prægede arbejdsmiljøet. Professorvæddet var blevet afskaffet, og der kom større demokratisk medindflydelse. En stor del af holdet arbejdede på den såkaldte meridiankreds, som var en kikkert til astrometri, dvs. måling af stjerners positioner.

Når man i dag taler med astronomerne, er det slående, at næsten alle husker tilbage på Brorfelde-tiden med glæde. Astronom Ole Einicke, der lagde en del arbejde på Brorfelde, er en af dem, der mener, at stemningen på stedet påvirkede det videnskabelige arbejde meget. »Det var et sted, hvor alle sad omkring bordet – både fra værkstedet, elektronikfolk, astronomer og tekniske assistenter. Det hele var inden for huset. Det var ikke sådan, at elektronikværkstedet var som et centralværksted, hvor man skal lægge billet ind for at få lavet noget.«

Astronom Hans Jørn Fogh Olsen, ansat på Brorfelde i 1966, bekræfter det unikke arbejdsmiljø: »Andre steder var der jo mange kanaler, man skulle igennem. Det kendte vi især fra Greenwich-observatoriet. De var 300 og ikke 30, og dér brugte vi al tiden på at lægge små sedler med ønsket om at få lavet noget på et mekanisk værksted. Det var karakteristisk for Brorfelde, at man kunne gå direkte til den enkelte. Vi var indianere – som professor Anders Reiz sagde, når han kom herud: 'Jeg skal ud til indianerne på Brorfelde'. Og observator Gyldenkerne var høvding for os herude.«

Brorfelde Observatorium levede dog på lånt tid. Observationsforholdene var ikke gode i det overskyede Danmark, og nationale observatorier blev gradvis erstattet af internationale samarbejder. I de tidlige 1980'ere fik Danmark mulighed for – i samarbejde med England og Spanien – at flytte meridiankredskikkerten til et bedre klima på La Palma, De Kanariske Øer.

»Gyldenkerne kom hjem og sagde, at der var penge at få, hvis vi var interesserede. Det var vel egentlig ham, der fik ideen til, at vi kunne flytte meridiankredsen. Hvis vi sagde ja, kunne vi nok redde nogle skillinger ud af englænderne – det var tanken. Det var dem, der havde behov for at have nogle partnere dernede,« fortæller astronom Leif Helmer.

DA kikkerten i 1983 blev overført til La Palma, var den fuldautomatiseret. Parallelt med udviklingen af uformelle arbejds- og omgangsformer på Brorfelde foregik der en automatisering og dermed afpersonalisering af observationsarbejdet. Målet var elimineringen af instrumentelle og menneskelige fejl. Når astronomerne på Brorfelde tog til La Palma på skift, var det mest for at overvåge, at alt gik som det skulle med kikkerten, der i øvrigt kørte automatisk.

Bodil og Poul Jensen deltog i årtier med observationsarbejdet med meridiankredskikkerten og oplevede processen tæt på. Poul Jensen, der var beregner, måtte se sig overhalet af computere. Ole Einicke beretter endog, at man humoristisk talte om at lave »en automatisk Poul Jensen«. Den håndværksmæssige føling og de små tricks i omgangen med instrumenterne blev dog også overflødige. Bodil Jensen beskriver, hvordan de tidligere plejede at indstille kikkerten: »Poul havde det sådan: 'Na-ah, nu står den nok, hvor den skal'. Så meget føling havde jeg ikke. Jeg talte skridt!« For hver nat var der udarbejdet et katalog over de stjerner, der skulle observeres, og Bodil oversatte positionerne til skridt: »Du vælger et bestemt forhold til kikkerten, og der stiller man sig, når kikkerten skal indstilles på ny. Så ved du, at hvis den skal op i zenit, så er der fire et halvt skridt, så er den der.

Skal den lidt længere, så skal du fem eller seks skridt. Skal den ikke så langt, er det to eller tre skridt.«

På La Palma kunne man lægge sig til at sove om natten, og det var kun, hvis der uventet opstod problemer, at en alarm vækkede astronomerne. Det var dog ikke ren ferie. Astronomerne skulle også lave databehandling af nattens observationer, småjusteringer, fejlfinding og udskiftning af defekte komponenter. Til sidst gik kikkerten dog hen og blev fjernstyret over internettet fra Danmark, og det var kun, når for eksempel en rotte gnavede kablerne over, at der var behov for besøg. Kikkerten producerede adskillige stjerne kataloger, hvoraf det seneste, publiceret i 2005, indeholdt 95,9 millioner stjerner. Ironisk nok blev disse kataloger brugt som pejlemærker for den satellit, der medvirkede til at overflødiggøre kikkerten helt.

Samtidig med flytningen af meridiankredsen til La Palma fandt der nemlig en udvikling sted, som udfordrede al måling af stjerner fra Jorden. I 1975 mødtes en studiegruppe i Paris og diskuterede mulighederne for at lave en satellit beregnet til astrometri. Her kom Erik Høg, som havde talent for at konstruere instrumenter og var ansat ved Brorfeldes meridiankredsafdeling, til at spille en vigtig rolle. Allerede i 1960 var Høg begyndt på udviklingen af et såkaldt spaltemikrometer, der forbedrede målingerne af stjernernes passage på meridiankredsen. Det var en videreudvikling af en gammel opfindelse til meridiankreds aflæsning, og den blev anvendt i den færdige satellit. Satellitten kom til at hedde *Hipparcos* efter den antikke græske astronom, som samlede den vestlige verdens første stjerne katalog.

Hipparcos blev opsendt af det europæiske rumagentur i 1989 og fungerede indtil 1993. Den foretog målinger af over en million stjerner, og Hipparcos-kataloget med højpræcisionsmålinger af over 100.000 stjerner blev udgivet i 1997. Med behændige beregninger blev måleresultaterne udnyttet yderligere, og i 2000 kom kataloget Tycho-2 med positionsbestemmelser af mere end 2,5 millioner stjerner.

Sammen med automatiseringen og udviklingen af nye registrerings- og optageteknikker på jordbaserede kikkerte, revolutionerede den rumbaserede astrometri kortlægningen af Mælkevejen. Gaia-satellitten, som man forventer klar til opsendelse i 2012, fortsætter arbejdet og skal kunne præcisionsbestemme positionerne af over en milliard stjerner.

ASTRONOMIENS arbejdsform blev således revolutioneret, men astronom Ole Einicke ser det ikke som et entydigt gode. I takt med automatiseringen af jordbaserede kikkerte er astronomernes mulighed for selv at påvirke instrumentudviklingen blevet minimal:

»I dag har man et mandskab omkring de store instrumenter, der er fuldtidsansatte til at drive og udvikle instrumenterne. Brugere får i bedste fald en rejse og kan sidde og kigge på. Resultaterne tager de med hjem og bruger på nogle færdigudviklede programmer. Det er som at sidde ved et computerspil. Du får ikke lov at fumle med instrumentet og slet ikke at ændre på konstruktionen. Det var en anden tid, hvor vi selv udviklede instrumenterne og skræddersyede softwaren.«

I 1996 blev Brorfelde lukket som observatorium, og en del af de ansatte rykkede ind til instituttet i København. Her havde mange svært ved at vænne sig til en mere hierarkisk struktur uden store, fælles frokoster mm. Brorfelde fortsatte som kursuscenter for fakultetet indtil sommeren 2009, hvor bygningerne blev sat til salg. I marts i år lykkedes det dog Hans Jørn Fogh Olsen med gruppen Brorfelde Centret at få observatoriet fredet. Og meridiankredsen? Den blev i 2005 solgt for én euro til Spanien, der fortsat driver den. Men da var en væsentlig del af astrometrien for længst blevet skudt ud i rummet af den teknologiske udvikling, der blandt andet udgik fra Brorfelde.

I sidste uge beskrev Karin Tybjerg og Thore Bjørnvig de tidlige år på Brorfelde Observatorium.

Artiklen bygger på projektet Dansk astrometri 1950 til i dag, der med støtte fra Kulturarvsstyrelsen udføres af Kroppedal Museum.